云 南 植 物 研 究 1988；增刊Ⅰ：47—62
Acta Botanica Yunnanica

人参属植物的化学分类和资源利用*

杨崇仁 周 俊　　　　田中治

（中国科学院昆明植物研究所，昆明）　　（日本广岛大学医学部，广岛）

摘要 本文以皂甙组成为特征成分，讨论人参属植物的化学分类和医药价值，并对该属药用植物的开发利用提出建议。

关键词 人参属；皂甙；化学分类；资源利用

五加科的人参属（*Panax* Linn.）植物共约8种，我国原产6种及数变种，该属的各种植物均作药用。其中人参（*P. ginseng* C. A. Meyer）、三七（*P. notoginseng* (Burk.) F. H. Chen）及引入栽培的西洋参（*P. quinquefolium* L.）是著名的药用植物，具多方面的医疗保健作用，有悠久的利用历史和传统经验；其余种类亦均为民间药物。由于人参属植物各种间的外部形态、特别是地上部分的形态甚为相似，一些形态特征（如叶片、花等）过渡类型颇多，而在一些类群中则又随垂直分布和水平分布等地理差异有较大幅度的变异，给本属植物的利用与系统分类带来了困难。早期，李惠林(1942)[1]曾进行过比较系统的研究。晚近，原宽(1970)[2]、何景、曾沧江(1973)[3]等均曾报告本属植物的分类。1975年我们亦曾就人参属植物的三萜皂甙元成分及其与系统分类和地理分布的相关性进行过初步讨论，并提出了分类处理的一些意见[4]（表1）。我们的观点得到药学界的广泛承认（中华人民共和国药典，中药志）。其后，杨涤清报道细胞分类学（1981）[5]，徐克学等报道数量分类学（1983）[6]，提出了各自的分类意见。近十多年来，人参属植物的化学研究有了长足的进步，陆续分离到许多皂甙成分，并研究了一些皂甙的生理活性（表2）。这不仅为本属药用植物资源的合理利用提供了基础，也为化学分类提供了丰富的资料。

一、皂甙组成与医药价值和形态特征、地理分布的相关性

迄今对人参属植物的各种及变种均已进行了皂甙化学研究[8]。按地下部分的皂甙组成可将本属植物分为两个类群。即以含四环三萜的达玛烷型皂甙为主的类群（达玛烷组）和以含五环三萜的齐墩果烷型皂甙为主的类群（齐墩果烷组）。前者包括人参、三

1988-01-10收稿

* 国家自然科学基金资助项目

表1 亚洲人参属植物的分类系统

Table 1 Taxonomic systems of *Panax* genus in Asia

H. L. Li(1942)	H. Hara(1970)	C. Hoo(1973)	C. Y. Wu et al.(1975)
P. schin-seng Nees	*P. ginseng* C. A. Meyer	*P. ginseng* C. A. Meyer	*P. ginseng* C. A. Meyer
P. pseudo-ginseng Wall.	*P. pseudo-ginseng* Wall.	*P. pseudo-ginseng* Wall.	*P. pseudo-ginseng* Wall.
	subsp. *pseudo-ginseng*	var. *pseudo-ginseng*	
		var. *notoginseng*(Burk.) Hoo et Tseng	*P. notoginseng* (Burk.) Chen
	subsp. *japonicus*	var. *japonicus*	*P. japonicus* C. A. Meyer
		var. *waogianus*(Sun) Hoo et Tseng	var. *japonicus*
	var. *angustatus* (Makino) Hara		
var. *major* (Burk.) Li	subsp. *himalaicus* Hara	var. *elegantior*(Burk.) Hoo et Tseng	var. *major* (Burk.) Wu et Feng
var. *angustifolius*	var. *angustifolius*	var. *angustifolius*	var. *angustifolius*(Burk.) Cheng et Chu
var. *bipinnatifidus*	var. *bipinnatifidus*	var. *bipinnatifidus*	var. *bipinnatifidus* (Seem.) Wu et Feng
			P. stipuleanatus Tsai et Feng
			P. zingiberensis Wu

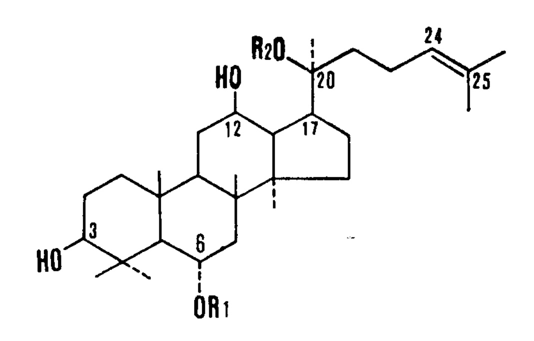
表2 人参属植物皂甙成分的生理活性

Table 2 The biological activities of saponins of *Panax*

达玛烷型皂甙 (dammarane saponins)	
原人参二醇型 (20(S)-protopanaxadiol type)	
人参甙 (ginsenoside) Rb1	促进神经纤维形成并维持其功能，防止性功能减退，抑制中枢神经系统，镇静，安眠、解热，促进血清蛋白合成，促进胆甾醇的合成与分解，抑制中性脂肪的分解，抗溶血。
人参甙 (ginsenoside) Rb2	抑制中枢神经、促进DNA、RNA合成，抗溶血，抗糖尿病。
人参甙 (ginsenoside) Rc	抑制中枢神经、促进DNA、RNA合成，促进血清蛋白合成。
人参甙 (ginsenoside) Rd	增强免疫功能、抑制癌细胞成长。
人参甙 (ginsenoside) Rh2	促进癌细胞转化
原人参三醇型 (20(S)-protopanaxatriol type)	
人参甙 (ginsenoside) Re	抑制中枢神经，促进DNA、RNA合成。
人参甙 (ginsenoside) Rg1	兴奋中枢神经，防止性功能减退，增强记忆，恢复疲劳，促进DNA、RNA的合成，抗血小板凝集。
人参甙 (ginsenoside) Rg2	抗血小板凝集。
人参甙 (ginsenoside) Rh1	促进癌细胞转化。
齐墩果烷型皂甙 (oleanane saponins)	
人参甙 (ginsenoside) Ro	抗炎症、溶血。

$R_1 = R_2 = H$, 20(S) - protopanaxadiol

		R_1	R_2
ginsenoside	Ra_1	—glc(2—1)	—glc(6—1)arap(4—1)xyl
ginsenoside	Ra_2	—glc(2—1)	—glc(6—1)araf(2—1)xyl
ginsenoside	Ra_3	—glc(2—1)	—glc(6—1)glc(3—1)xyl
ginsenoside	Rb_1	—glc(2—1)	—glc(6—1)glc
ginsenoside	Rb_2	—glc(2—1)	—glc(6—1)arap
ginsenoside	Rb_3	—glc(2—1)	—glc(6—1)xyl
ginsenoside	Rc	—glc(2—1)	—glc(6—1)araf
ginsenoside	Rd	—glc(2—1)	—glc
20(S) - ginsenoside	Rg_3	—glc(2—1)	—H
ginsenoside	F_2	—glc	—glc
ginsenoside	Rh_2	—glc	—H
quinquenoside	R_1	—glc(2—1)glc(6)Ac	—glc(6—1)glc
ginsenoside	Rs_1	—glc(2—1)glc(6)Ac	—glc(6—1)arap
ginsenoside	Rs_2	—glc(2—1)glc(6)Ac	—glc(6—1)araf
malonyl ginsenoside	Rb_1	—glc(2—1)glc(6)Ma	—glc(6—1)glc
malonyl ginsenoside	Rb_2	—glc(2—1)glc(6)Ma	—glc(6—1)arap
malonyl ginsenoside	Rc	—glc(2—1)glc(6)Ma	—glc(6—1)araf
malonyl ginsenoside	Rd	—glc(2—1)glc(6)Ma	—glc
notoginsenoside	R_4	—glc(2—1)glc	—glc(6—1)glc(6—1)xyl
notoginsenoside	Fa	—glc(2—1)glc(2—1)xyl	—glc(6—1)glc
notoginsenoside	Fc	—glc(2—1)glc(2—1)xyl	—glc(6—1)xyl
notoginsenoside	Fe	—glc	—glc(6—1)araf
gypenoside	IX	—glc	—glc(6—1)xyl
gypenoside	XVII	—glc	—glc(6—1)glc
pseudoginsenosids	F_8	—glc(2—1)glc (6)Ac	—glc(6—1)xyl
chikusetsusaponin	Ia	—glc(6—1)xyl	—H
chikusetsusaponin	III	—glc(2—1)glc (6—1)xyl	—H



$R_1 = R_2 = H$, 20(S) - protopanaxatriol

		R_1	R_2
ginsenoside	Re	—glc(2—1)rha	—gle
ginsenoside	Rf	—glc(2—1)glc	—H
20—gluco—ginsenoside	Rf	—glc(2—1)glc	—glc
ginsenoside	Rg_1	—glc	—glc
ginsenoside	Rg_2	—glc(2—1)rha	—H
ginsenoside	Rh_1	—glc	—H
ginsenoside	F_1	—H	—glc
ginsenoside	F_3	—H	—glc(6—1)arap
notoginsenoside	R_1	—glc(2—1)xyl	—glc
notoginsenoside	R_2	—glc(2—1)xyl	—H
notoginsenoside	R_3	—glc	—glc(6—1)glc
notoginsenoside	R_8	—glc	—glc(6—1)glc'
ehikusetsusaponin	L_5	—H	—glc(6—1)arap(4—1)xyl
chikusetsusaponin	L_8	—H	—glc(6—1)araf
chikusetsusaponin	L_{10}	—H	—H(12—O—glc)
pseudoginsenoside	RT_3	—xyl	—glc
pseudoginsenoside	RS_1	—glc(2—1)rha \ (6)Ac	—glc

		type	R
majoroside	R_1	(B)	—glc(2—1)glc
majoroside	R_2	(B)	—glc(2—1)xyl
pseudoginsenoside	F_{11}	(A)	—glc(2—1)rha
20(S)－pseudoginsenoside	F_{11}	(B)	—glc(2—1)rha
pseudoginsenoside	RT_2	(A)	—glc(2—1)xyl
pseudoginsenoside	RT_4	(B)	—glc
pseudoginsenoside	RT_5	(A)	—glc

		type	R_1	R_2	R_3	R_4
ginsenoside	F6a	(A)	—glc(2—1)glc	—H	—H	—H
ginsenoside	F6c	(B)	—glc(2—1)glc	—H	—H	—glc
chikusetsusaponin	L3a	(A)	—H	—OH	—H	—glc(6—1)arap(4—1)xyl
chikusetsusaponin	L3c	(B)	—H	—OH	—H	—glc(6—1)arap(4—1)xyl
chikusetsusaponin	L9a	(A)	—H	—OH	—glc	—H
chikusetsusaponin	L9bc	(B)	—H	—OH	—glc	—H
chikusetsusaponin	LT5	(C)	—glc			—glc(6—1)glc
chikusetsusaponin	LT8	(C)	—glc			—glc
chikusetsusaponin	LN4	(C)	—glc(6—1)xyl			—glc(6—1)arap
ginsenoside	M7cd	(B)	—H	—OH	—H	—glc

$R_1 = R_2 = H$, oleanelic acid

		R1	R2
chikusetsusaponin (ginsenoisde Ro)	V	—glcU(2—1)glc	—glc
chikusetsusaponin	IV	—glcU(4—1)araf	—glc
chikusetsusaponin	IVa	—glcU	—glc
chikusetsusaponin	Ib	—glcU(4—1)araf (6—1)glc	—H
zingibroside	R_1	—glcU(2—1)glc	—H
stipuleanoside	R_1	—glcU(3—1)glc (4—1)graf	—H
stipuleanoside	R_2	—glcU(3—1)glc (4—1)araf	—glc
pseudoginsenoside	RT_1	—glcU(2—1)xyl	—glc
pseudoginsenoside	RP_1	—glcU(2—1)xyl	—H
28-0-β-D-glucopyranosyl oleanolate		—H	—glc
oleanolic acid 3-0-β-D-glucronopyranoside		—H	—H

七和西洋参；后者包括竹节参（*P. japonicus* C. A. Meyer）及其变种狭叶竹节参（var. *angustifolius*）、珠子参（var. *major*）和疙瘩七（var. *bipinnatifidus*），以及姜状三七（*P. zingiberensis* Wu et Feng），屏边三七（*P. stipuleanatus* Tsai et Feng）和假人参（*P. pseudo-ginseng* Wall.）（表3、表4）。二组均作为药物而应用。迄今的药理研究结果表明皂甙为该属植物的活性成分之一，而达玛烷型皂甙较齐墩果烷型皂甙有更多的生理活性[8,9,10]（表2）。化学和药理研究结果与我国长期以来对人参属植物两个类群的不同医疗价值的评价和传统利用经验十分有趣地一致。

两个类群在外部形态和地理分布方面亦有明显的区别。达玛烷组的各个种以根茎较短，纺锤状肉质根较发达，成熟种子的直径约5—8mm为特征；齐墩果烷组的种类以根茎较长而横向伸长为竹节状或念珠状，肉质状的主根较不发达，成熟种子的直径仅3—5mm为特征。达玛烷组的种类相互间呈隔离的间断分布，分布区均较狭窄，例如人参在历史上曾记载“出上党”《说文解字》或“生上党山谷及辽东”《名医别录》，可

能古代分布于山西、河南、河北及东北山地落叶阔叶林带。迄今仅见于长白山区；三七亦记载“生广西南丹诸州番峒中”《宦游笔记》，即分布于广西、云南交界的南亚热带季雨林中。而西洋参则分布于北美州的东海岸山地；齐墩果烷组则呈连续的分布样式，在西起东喜马拉雅山脉经中国西部山地沿长江以南至日本的广阔分布区内各个种在垂直分布和水平分布上往往相互交错。

人参属植物的皂甙组成与医药价值和形态特征、地理分布的相关性，为这类药用植物的合理利用及其分类和种间演化提供了依据。

表 3 人参属植物根的皂甙成分

Table 3 Saponins of roots of *Panax* spp. (% yield)

	P. notoginseng	*P. ginseng*		*P. quinquefolius*
		white ginseng	red ginseng	
20(S)-ppd type				
G—Ra_1	—	0.03	0.02	—
G—Ra_2	—	0.02	0.03	—
G—Ra_3	—	0.005	0.005	—
G—Rb_1	1.8	0.47	0.38	1.84
G—Rb_2	—	0.21	0.15	0.03
G—Rb_3	—	0.005	0.014	0.03
G—Rc	—	0.26	0.14	0.31
G—Rd	0.2	0.15	0.036	0.45
malonyl G—Rb_1	—	0.82	—	+
malonyl G—Rb_2	—	0.41	—	—
malonyl G—Rc	—	0.30	—	—
malonyl G—Rd	—	0.12	—	—
Q—R_1	—	0.002	0.015	0.01
G—Rs_1	—	—	0.008	—
G—Rs_2	—	—	0.01	—
G—F_2	—	—	—	0.018
G—Rg_3	—	0.0003	0.01	—
G—Rh_2	—	—	0.001	—
GY—XVII	0.036	—	—	0.03
N—R_4	0.028	—	0.002	—
N—Fa	0.020	—	—	—
20(S)-ppt type				
G—Re	0.15	0.15	0.17	1.0
G—Rf	—	0.05	0.066	—
G—Rg_1	1.9	0.21	0.29	0.15
G—Rg_2	0.03	0.01	0.02	0.008
G—Rh_1	0.01	0.0015	0.006	—
20-glc-G-Rf	0.00	0.005	0.008	—
N—R_1	0.16	0.002	0.007	—
N—R_2	0.04	—	—	—
N—R_3	0.007	—	—	—
N—R_6	0.002	—	—	—
ocotillol type				
P—F_{11}	—	—	—	0.04
oleanane type				
C—V	—	0.02	0.045	0.07

G: ginsenoside Q: quinquenoside N: notoginsenoside GY: gypenoside P: pseudoginsenoside C: chikusetsusaponin

表4 人参属植物根茎的皂甙成分

Table 4 Saponins of rhizomes of *Panax* spp.

	P. japonicus var. *japonicus*			*P. japonicus* var. *major*		*P. japonicus* var. *angustifolius*	*P. japonicus* var. *bipinnatifidus*	*P. zingiberensis*	*P. stipuleanatus*
	Japan (C)	Japan (S)	China (Yunnan)	China (Yunnan)	China (Shanxi)	China (Yunnan)	China (Shanxi)	China (Yunnan)	China (Yunnan)
oleanane type									
C—V	5.4	2.2	3.1	0.95	1.48	7.3	2.22	2.1	–
C—IV	0.4	1.4	3.4	–	–	1.34	0.02	0.28	–
C—IVa	+	–	2.8	0.19	1.72	0.72	0.20	0.03	–
C—Ib	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Me—C—V	–	–	0.04	–	–	–	–	–	–
Me—C—IVa	–	–	–	–	+	–	–	–	–
28—O	–	–	–	–	–	0.04	–	–	–
3—O	–	–	–	–	–	0.07	–	–	–
Z—R1	–	–	–	–	–	0.07	0.06	0.08	–
S—R1	–	–	–	–	–	–	–	–	1.5
S—R2	–	–	–	–	–	–	–	–	0.8
20(S)-protopanaxadiol type									
G—Rb1	–	0.7	–	–	–	–	0.122	–	–
G—Rc	–	0.1	–	–	–	–	–	–	–
G—Rd	–	–	0.04	0.67	–	0.06	0.085	–	–
N—R4	–	0.02	–	–	–	–	–	–	–
GY—XVII	–	0.02	–	–	–	–	–	–	–
C—Ia	+	–	–	–	–	–	–	–	–
C—III	1.2	–	–	–	–	–	–	–	–
20(S)—protopanaxatriol type									
G—Re	–	0.1	0.12	–	0.08	–	0.06	–	–
G—Rg1	–	0.4	0.15	–	–	0.38	0.085	0.59	–
G—Rg2	+	–	0.05	–	0.02	–	0.058	–	–
G—Rh1	–	–	–	–	–	0.006	–	0.001	–
N—R1	–	0.05	–	–	–	0.16	–	–	–
N—R2	–	0.3	0.02	0.03	0.02	–	–	–	–
ocotillol type									
M-R1	–	–	–	0.07	–	–	–	–	–
M-R2	–	–	–	0.11	–	–	–	–	–
P-F11	–	–	0.24	–	–	–	–	0.016	–

G: ginsenoside; N: notoginsenoside; C: chikusetsusaponin; P: pseudoginsenoside; M: majoroside; 3—O: oleanolic acid 3-O-β-D-glucuronopyranoside 28-O: 28-O-β-D-glucopyranosyl oleanolate; Me-C-V: methyl ester of C-V; Z: zingibroside; S: stipuleanoside;

(C): chikusetsu-ninjin;

(S): satsuma-ninjin

二、人参属植物的分类和演化

三萜成分的生物合成途径表明五环三萜是由四环三萜转化而来的[11]。在人参属植物中有可能达玛烷型骨架的四环三萜就是齐墩果烷型骨架的五环三萜生物合成的一个前体。从形态进化的角度而言，人参属植物的纺锤状肉质主根是适应于古第三纪热带原始森林生态环境的比较原始的特性；发达而横向伸长的根茎则是随着第四纪初喜马拉雅造山运动带来的地理和气候条件的激烈变化，为适应不断寒冷化、干燥化等严酷生态环境而逐渐形成的比较进化的形态特征。由此，似可认为富含达玛烷型皂甙且肉质主根较发达的种类应较富含齐墩果烷型皂甙而根茎较发达的种类更显原始的特性。人参属植物两个类群的地理分布格局亦支持这一可能性。

在达玛烷组中，三七和人参的地下部分以含人参甙（ginsenoside）Rg1和Rb1为主，西洋参的地下部分以含人参甙Rc和Rb1为主，虽然均为达玛烷型皂甙，但Rb1的甙元为原人参二醇[20（S）-protopanaxdiol]；Rg1和Re的甙元为原人参三醇；Rb1和Rg1的糖基部分均由葡萄糖组成，而Re的糖基部分较Rg1多一个鼠李糖基。人参和西洋参的地下部分还含有齐墩果烷型皂甙（人参甙 Ro），而且，最近高压液相色谱分析表明，我国吉林产的野生人参和栽培人参均含有较多的人参甙Ro。然而三七则未发现五环三萜皂甙，且达玛烷型皂甙的组成亦相对简单。此外，三七的地上部分亦只分离到原人参二醇的皂甙。这一较为稳定的化学特征，结合达玛烷型皂甙的生物合成途径，特别是原人参二醇的氧化程度低于原人参三醇的事实，可以认为三七是现存人参属植物中的一个较为原始的种。三七的染色体数为2n＝24，人参的染色体数为2n＝44（或48)（表 5）[25, 12]，从细胞学的观点亦支持这一推论。

表5　人参属植物的染色体数

Table 5　The number of chromosomes of *Panax* spp.

species	collected local	2n
P. notoginseng	Yunnan (China)	24
P. ginseng	Japan	44(48)
P. quinquefolius	U. S.	48
P. japonicus	Japan	48
	Jiangsi (China)	24
var. *angustifolius*	Darjeeling (2200 m.) (Bhutan)	24
var. *major*	Kathmandu (2500 m.) (Nepal)	24
	Singelila (2300—3800 m.) (Bhutan)	24

假人参（*P. pseudo-ginseng* Wall.）仅分布于喜马拉雅山脉中段的尼泊尔和我国西藏南部的狭窄山地，地下部分具有发达的肉质主根，形态和地理分布特征均与

达玛烷组的种类相似，但是从我国西藏南部聂拉木海拔2100米阔叶林带采集的假人参样品皂甙含量甚低，其中五环三萜皂甙的量略高于四环三萜皂甙（表4）[14]。似可认为，假人参是一个中间的类型，也可能具发达根茎的类群就是在第四纪初的喜马拉雅山区从这样的中间类型分化形成的。

竹节参（*P. japonicus* C. A. Meyer）是本属植物中分布区域最广的种，在其从喜马拉雅山脉南麓向东经中国南部至日本列岛的分布区域内，西端有珠子参（var. *major*）、狭叶竹节参（var. *angustifolius*）、疙瘩七（var. *bipinnatifidus*）等地理变种，东端的日本亦形成一些地理变种或变型，如 var. *angustatus* 等。在喜马拉雅山脉南麓和横断山区各变种的分布在垂直和水平方向上互相交错（图1—2），而外部形态如叶片大小、形状、叶缘的锯齿、毛被，以及根茎的形状等均有较大变异，过渡类型颇多。地下部分的皂甙组成一般以含齐墩果烷型皂甙为主，但也有一些明显的差异。就原变种竹节参（var. *japonicus*）而言，云南东北部和日本本州产的竹节参皂甙组成很相似，齐墩果烷型皂甙中除人参甙Ro外还含有大量的竹节参甙IV或IVa，达马烷型皂甙的微量成分较多[14]。其分布区的最西端不丹（Khosa，1800米）采集的竹节参（原宽曾定名为*P. pseudo-ginseng* Wall. subsp. *himalaicus* Hara）及日本九州南部采集的竹节参（当地称萨摩人参）二者的齐墩果烷型皂甙仅以人参甙 Ro 为主，达玛烷型皂甙成分亦相对简单。不丹产者人参甙Rb1的含量颇高而未见其它达玛烷型皂甙，日本九州产者则含有较多的竹节参甙III，其它达玛烷型皂甙含量极微。人参甙Rb1和竹节参甙III的甙元均为原人参二醇[7]。在细胞学方面，从分布区中部的我国江西采集的竹节参染色体数为2n＝24，与三七相同；而在分布区东端的日本采集的竹节参染色体数则为2n＝48（表5）[5]。化学和细胞学的研究结果均支持竹节参原变种具有过渡的性质，是适应于现代生态环境而在不断分化发展中的类群。

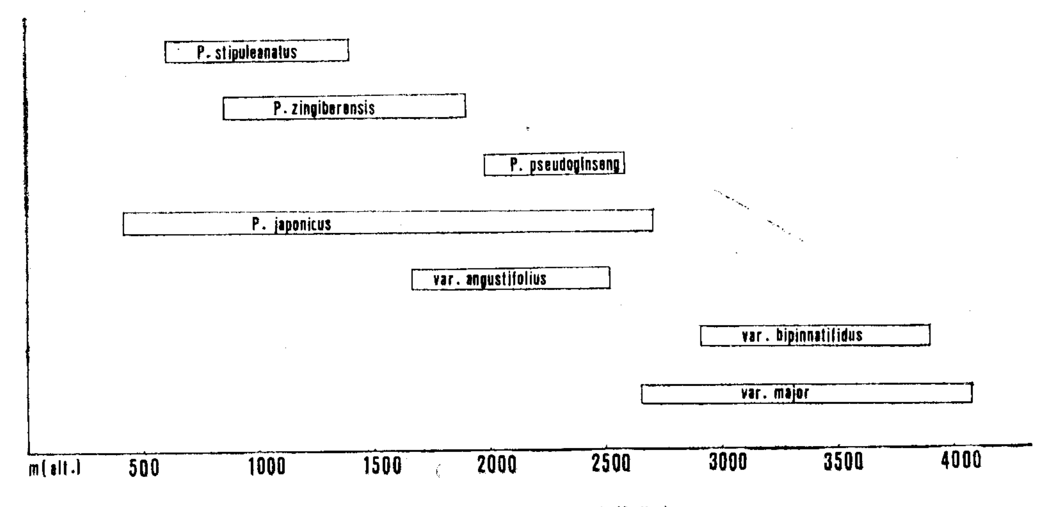


图1　亚洲人参属植物的海拔分布

Fig. 1　Altitude distribution of *Panax* spp. in Asia

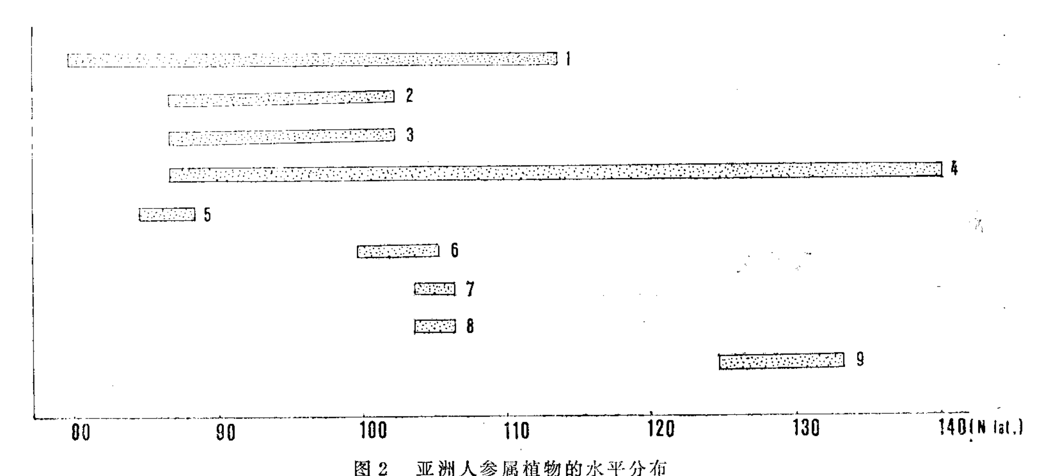


图 2　亚洲人参属植物的水平分布

Fig. 2　Latitudinal distribution of *Panax* spp. in Asia

1. var. *major*; 2. var. *bipinnatifidus*; 3. var. *angustifolius*; 4. *P. japonicus*; 5. *P. pseudo-ginseng*; 6. *P. zingiberensis*; 7. *P. stipuleanatus*; 8. *P. notoginseng*; 9. *P. ginseng*

珠子参（var. *major*）是竹节参的一个变种，分布于喜马拉雅山脉至我国西部地区，以具念珠状根茎为特征，在喜马拉雅山脉及横断山区复杂的地形和气候条件下，地上部分形态叶随垂直分布和水平分布而多有变异。因此，这一地区采集的珠子参常被给与 *P. pseudo-ginseng* Wall. var. *major* (Burk.) Li, *P. major* (Burk.) Ting, *P. pseudo-ginseng* Wall. ssp. *himalaicus* Hara, *P. pseudo-ginseng* Wall. ssp. *japonicus* Hara, *P. transitorius* Hoo, *P. pseudo-ginseng* Wall. var. *japonicus* (C. A. Meyer) Hoo et Tseng, *P. pseudo-ginseng* Wall. var. *elegantior* (Burk.) Hoo et Tseng等不同的学名。其地下部分的皂甙成分则随采集地的地理气候条件而有明显的差异。我国云南西北横断山脉（丽江，海拔3300米）的珠子参中齐墩果烷型皂甙以人参甙Ro为主，达玛烷型皂甙成分较简单，以人参甙 Rd的含量较高，并含有侧键环化的珠子参甙R 1和R 2[15]；陕西秦岭产者齐墩果烷型皂甙含量较高，而达玛烷型皂甙只见少量原人参三醇型成分；其分布区西端的喜马拉雅山脉腹地，皂甙组成更随垂直分布而有显著的变化。在尼泊尔Chame（2900 m）和 Gloraperi（2740 m）中山地带混交林中采集的珠子参竟富含达玛烷型皂甙而未发现齐墩果烷型皂甙，并以人参甙Rb1和Rd的含量为高；由此向东的 Singkunba（2500 m）采集的样品皂甙组成比较复杂，似无主要成分，且两类皂甙几乎以等量存在[16]；再往东，不丹的较高海拔Goza, Parila[（2600？）－3550 m]及Tzatogan（3100 m）针叶林带采集的珠子参则富含齐墩果烷型皂甙，并以假人参甙Rt1和竹节参甙IVa 含量为高（表 6）[17]。虽然珠子参根茎中皂甙组成的这一化学多态现象（chemical polymorphism）也可能仅仅是由于山地复杂的生态环境引起的化学变异，然而皂甙组成随着从低海拔到高海拔和从西向东的地理分布而有规律的变化，即达玛烷型皂甙逐渐减少而齐墩果烷型皂甙逐渐增多的现象，联系到三萜成分的生物合成途径，似乎可以认为珠子参根茎在不同分布地段皂甙组成的这些变化是与其种系形成和演化过程相适应的，是与其从起源地向外扩散的过程相适应的。或许这一化学进化（chemical evolution）过程正好提示了珠

子参的种系起源和演化过程。较低海拔的东喜马拉雅山脉混交林带可能是珠子参以及富含齐墩果烷型皂甙的近代人参属植物种系形成和分化的摇篮，并从这一地区向外扩散的。由于化学进化与形态进化的速率不一致，在其发详地仍保留着一些具有较原始化学特征的居群是完全可能的。

疙瘩七（var. *bipinnatifidus*）是珠子参在更高海拔和纬度山地的较严酷环境条件下的一个替代变种，在一些过渡地段二者常混生于林下。陕西秦岭产的疙瘩七根茎皂甙组成与云南和陕西的珠子参就很接近。

狭叶竹节参（var. *angustifolius*）是竹节参向东分布到云南和四川较低海拔山地的一个变种，其皂甙组成与云南的竹节参亦甚相似[18]。

姜状三七（*P. zingiberensis*）和屏边三七（*P. stipuleanatus*）仅分布于云南南部到越南北部的热带季雨林中，前者皂甙组成与竹节参相似[19]，后者分布更偏南，形态亦特异，仅具特有的屏边三七甙（stipuleanoside）R1和R2[20]。显然，二者均可看作是竹节参在南部低海拔热带地区的地理变异。

综上所述，尽管各分类特征（形态、化学、细胞等）的进化速率不一致，在各个种间多有过渡，而在同一种中亦常有较大幅度的变异，人参属植物的种系演化和各类群的相互关系仍可以归纳如图3。此外，人参属植物地上部分的皂甙成分仅发现达玛烷型的四环三萜皂甙，而且三七的地上部分只分离到原人参二醇型皂甙（表7），产于陕西秦岭的珠子参和日本的竹节参地上部分则还含有一些侧链氧化的达玛烷型皂甙[21]，这一事实亦支持上述的分析。

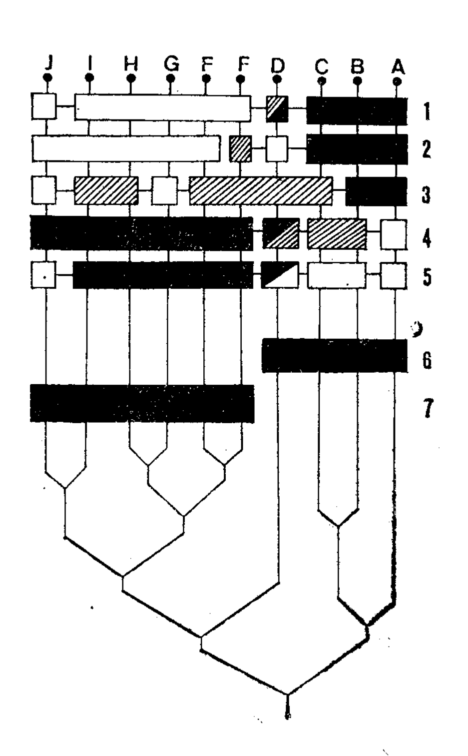


图3　人参属植物种系演化示意图

Fig. 3　The phylogeny of *Panax*

1.达玛烷型皂甙（dammarane saponins）
2.人参甙（ginsenoside）Rb1
3.人参甙（ginsenoside）Rg1
4.齐墩果烷型皂甙（oleanane saponins）
5.人参甙（ginsenoside）Ro
6.肉质状主根发达　　7.根状茎发达
A.三七（*P. notoginseng*）
B.人参（*P. ginseng*）
C.西洋参（*P. quinquefolius*）
D.假人参（*P. pseudo-ginseng*）
E.竹节参（*P. japonicus*）
F.狭叶竹节参（var. *angustifolius*）
G.珠子参（var. *major*）
H.疙瘩七（var. *bipinnatifidus*）
I.姜状三七（*P. zingiberensis*）
J.屏边三七（*P. stipuleanatus*）

表6 喜马拉雅山区人参属植物的皂甙成分

Table 6 Saponins of *Panax* species collected in Himalaya

	P. pseudo-ginseng	*P. japonicus*					
		var. *japonicus*	var. *major*				
	Neelamu (2100m) China	Khosa (1800m) Bhutan	Sinkunba (2500m) Nepal	Chame (2700m) Nepal	Ghorapari (2743m) Nepal	Tzatogang (3100m) Bhtunn	Gosa, Parila (2600—3550m) Bhutan
20(S)-ppd type							
G—Rb_1	–	1.1	0.7	1.70	5.00	0.8	0.05
G—Rb_3	–	–	–	0.16	0.09	–	–
G—Rd	–	–	0.1	2.20	0.94	0.2	0.07
G—F_2	–	–	–	–	–	–	0.02
malonyl G—Rb_1	–	–	–	–	0.07	–	–
GY—XVII	–	–	0.08	0.11	0.39	–	0.03
Q—R_1	–	–	–	–	0.12	–	–
P—Rc_1	–	–	–	0.10	–	–	–
20(S)-ppt type							
G—Re	–	–	0.3	0.18	0.12	–	0.10
G—Rg_1	0.02	–	0.3	0.19	0.46	0.4	1.20
G—Rg_2	–	–	0.03	–	–	–	–
N—R_1	–	–	0.2	–	0.06	–	–
N—R_2	–	–	0.09	–	–	–	–
P—Rt_3	–	–	–	–	–	0.1	0.02
P—Rs_1	–	–	0.02	–	–	–	–
ocotillol type							
M—R_2	–	–	0.01	–	0.10	–	–
P—Rt_2	–	–	0.02	–	–	0.09	–
P—Rt_4	–	–	–	–	–	0.08	0.02
P—Rt_5	–	–	–	–	–	0.07	–
P—F_{11}	–	–	0.01	–	–	0.07	–
24(S)-P—F_{11}	–	–	0.06	0.06	0.10	–	–
oleanane type							
C—V	–	7.3	0.5	–	–	0.4	0.10
C—IV	0.15	0.3	–	–	–	–	–
C—IVa	–	0.6	0.04	–	–	1.7	1.80
pro C—IV	0.01	–	–	–	–	–	–
Z—R_1	–	–	–	–	–	–	0.02
P—Rt_1	0.04	–	0.04	–	–	1.5	5.00
P—Rp_1	–	–	–	–	–	0.07	0.10

G: ginsenoside GY: gypenoside Q: quinquenoside P: pseudoginsenoside M: majonoside
C: chikusetsusaponin N. notoginsenoside Z: zingibroside

表7 一些人参属植物地上部分的皂甙成分

Table 7 Saponins of aerial parts of *Panax* spp.

	P. notoginseng			*P. ginseng*			*P. quinquefolius*
	flowers	seeds	leaves	flowers	seeds	leaves	leaves
20(S)-ppd type							
G—Rb_1	0.4	0.001	0.03	0.2	–	0.1	–
G—Rb_2	0.1	–	–	0.2	0.2	0.4	–
G—Rb_3	–	1.2	0.7	–	–	–	0.1
G—Rc	1.0	0.4	0.4	0.2	0.1	0.2	–
G—Rd	0.1	0.067	–	0.5	0.1	1.5	0.2
G—F_2	0.1	–	–	–	–	0.2	–
N—Fa	–	0.087	0.01	–	–	–	–
N—Fc	–	0.2	0.05	–	–	–	–
N—Fe	–	–	0.005	–	–	–	–
GY—IX	–	0.014	0.03	–	–	–	–
20(S)-ppt type							
G—Re	–	–	–	2.8	6.0	1.5	0.1
G—Rg_1	–	–	–	0.2	0.04	1.5	0.1
G—F_1	–	–	–	–	–	0.4	–
G—F_3	–	–	–	0.03	–	0.2	–
modified side chain type							
G—F_6a	–	–	–	–	–	+	–
G—F_6bc	–	–	–	–	–	+	–
G—M_7cd	–	–	–	0.0039	–	–	–
ocotillol type							
P—F_{11}	–	–	–	–	–	–	0.1

G: ginsenoside N: notoginsenoside GY: gypenoside P: pseudoginsenoside

三、人参属植物的利用

通过现代科学手段，人参属药用植物的医疗价值正在不断的阐明。我国的传统医药和民间经验所提示的各种医疗作用亦不断得到现代科学的证明。迄今所知人参的医疗作用主要是：1.增加免疫作用；2.治疗贫血和低血压症；3.防治高血脂和动脉硬化症；4.防治心肌梗塞和脑血栓；5.治疗胃溃疡；6.治疗糖尿病；7.增强肝脏机能，防治肝炎和脂肪肝；8.强壮作用；9.抗衰老作用；10.增强记忆和学习功能等。三七的研究不如人参那末深入，但已阐明有：1.抗炎作用；2.止血活血作用；3.防治冠心病；4.治疗脑血栓后遗症；5.抗缺氧和抗疲劳作用；6.对肝脏功能的保护与修复作用；7.抗衰老作用等。由于达玛烷型皂甙对神经系统及心血管系统均有双相调节作用，人参、三七和西洋参还可开发多种保健药品。竹节参及其各变种以及姜状三七、屏边三七等以富含齐墩果烷型

五环三萜皂甙为特征，其医疗作用主要是：1.抗炎作用；2.镇痛作用；3.抗凝血作用；4.升高白细胞作用等，医疗价值有别于人参和三七。因此，应根据皂甙组成和医疗作用的不同，对各种人参属植物采取不同利用方案，并首先重视发展富含达玛烷型皂甙的人参、三七和西洋参的生产和利用。

人参在我国东北已有多年的栽培历史和经验，近年吉林省亦重视发展人参生产，在此基础上应进一步提高质量，大力开发系列产品，提高在国际市场的竞争能力。云南横断山区较高海拔地理环境适宜人参的栽培，有希望发展为我国又一个人参种植和生产基地。

三七是云南省的地道药材，近三十年来仅文山州生产三七465万公斤。随着三七的皂甙成分和医疗作用的阐明，社会需求量日益增大，近年云南和广西均重视发展三七生产。若加强研究，提高产量和质量，并重视开发系列产品（包括各种药品、保健品、化妆品等），三七有可能发展成为新兴的产业，并有可能成为云南省经济建设的一个支柱。

西洋参近年已在我国引种获得成功，有的地区并进行了大田种植。应慎重选择和建设若干生产基地，有计划的发展生产。云南栽培的西洋参产量高、质量好，可考虑在云南建立一个西洋参生产基地。

竹节参等富含齐墩果烷型皂甙的种类迄今大多仍为民间药物，尚未大量生产和利用，应在加强药理和临床研究的基础上，不断地开发和利用。

参 考 文 献

1 Li H L. *Sargentia* 1942; 116
2 Hara H. *J Jap Bot* 1970; 45: 197
3 何景、曾沧江. 植物分类学报 1973; 11: 431
4 云南植物研究所. 植物分类学报 1975; 13: 29
5 杨涤清. 植物分类学报 1981; 19: 298
6 徐克学，李德中. 植物分类学报 1983; 21: 34
7 Tanaka O, Kasai R. "Fortschritte der Chemie Organischer Naturstoffe", vol. 46, ed by M. Herz, H. Grisebach, G. W. Kirby and C. Tamm, Springer-Verlag, Wien, New York, 1984: 1—76
8 大浦彦吉，熊谷朗，柴田承二，高木敬次朗编集. "药用人参—その研究と进步"，共立出版，1981
9 大浦彦吉，熊谷朗，柴田承二，高木敬次朗编集. "药用人参85"，共立出版，1985
10 斉藤洋. "天然物と生物活性（続）"，井村裕夫等编. 东京大学出版会，1984; 227
11 Vickery M L, Vickery B. "Secondary Plant Metabolism", by the Macmillan Press Lad, 1981: 129
12 Kurosawa S. "Flora of Eastern Himalaya", Second Reposi, Compiled by H. Hara, Tokyo, 1971: 358
13 Morita T, Zhou J, Tanaka O. *Chem Pharm Bull* 1986; 34(11): 4833
14 Morita T. et al. *Chem Pharm Bull* 1983; 31: 3205
15 Morita T. et al. *Chem Pharm Bull* 1982; 30: 4341
16 Morita T. et al. *Chem Pharm Bull* 1986; 34: 4368
17 Tanaka O. et al. *Chem Pharm Bull* 1985; 33: 2323
18 王喆等. 植物学报 1985; 27 (6): 618—624
19 杨崇仁等. 药学学报 1984; 19 (3): 232—236
20 杨崇仁等. 云南植物研究 1985; 7 (1): 103—108
21 冯宝树等. 云南植物研究 1987; 9 (4): 477

CHEMOTAXONOMY OF PANAX AND ITS APPLICATION OF MEDICAL RESOURCES

Yang Chongren, Zhou Jun, Osamu Tanaka*

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming)
*(*Institute of Pharmaceutical Sciences, School of Medicine, Hiroshima University, Japan)*

Abstract In this paper, an observation of chemotaxonomy of the genus *Panax* (Araliaceae) has detailed. There are two types of triterpenoid saponins were isolated from this genus. Ginseng (*P. Ginseng* C. A. Meyer), America Ginseng (*P. quinquefolius* L.) and Sanchi-Ginseng (*P. notoginseng* (Burk.) F. H. Chen) are famous drugs and used for traditional madicine in China and a number of dammarane saponins as main constituents have been contained. On the other hand, *P. japonicus* C. A. Meyer and its varieties, *P. zingiberensis* Wu et Feng, *P. stipuleanatus* Tsai et Feng and *P. pseudo-ginseng* Wall. have been only used for folk medicine in China and a number of oleanane saponins as main constituents have been contained. It is interesting that between types are diffrent not only in saponin constituents but also in morphologic characterstics(especially in subterranean parts), geographic distribution and medicinal value. From this, the phylogeny of *Panax* were discussed on chemotaxonomical view, and a suggestion about development and application of medicinal resources of this genus was raised.

Key words *Panax*; Saponins; Chemotaxonomy; Application of medical resources